

## 礫河原再生事業後の植生繁茂が細粒土砂の動態に与える影響に関する基礎的実験的研究

宇都宮大学  
宇都宮大学  
宇都宮大学

学生会員  
正会員  
正会員

○川島千恵  
池田裕一  
飯村耕介

## 1. はじめに

近年、日本の礫床河川の多くでは、築堤や護岸の設置、ダム建設等の人為的インパクトによって、流路維持システムに変容をきたしてきた。例えば鬼怒川中流部では、流路の単列化による河岸侵食や、外来種の生息域が拡大しており、礫河原固有の環境が失われつつある。

これに対し礫河原再生事業として、砂州の切り下げや大礫堆の設置などが実施されてきたが、事業実施後に効果的な維持管理が行われず、細砂の堆積や外来植物の繁茂、樹林化が進行した。H27年9月に発生した関東・東北豪雨により植生は消失したが、数年後には再び同様の現象が起きると予想される。筆者らはこれまで現地調査や室内実験により、再生事業後の植生の繁茂状況やそれが出水時の流況に与える影響について検討してきた。その結果、図-1に示すように、2列蛇行の大礫中州上に主水路・副水路に沿うようなU字型に植生が繁茂し、それが流況を変化させ細砂の挙動にも影響を与え得ることがわかった<sup>2)3)</sup>。しかしまだ、U字型植生領域による流況変化が細粒土砂の挙動に与える影響を実証的に検討するには至っていない。そこで本研究では、植生を含む現地の様子を簡易的に再現した移動床実験を行い、細粒土砂の挙動について検討する。

## 2. 実験装置および方法

実験には全長8.0m、幅0.5m、高さ0.24m、平均勾配1/1000の長方形断面水路を使用した。この水路に図-1の2列蛇行と中州を模した地形<sup>3)</sup>をモルタルにより成形した。その蛇行波長は2m、主水路と副水路との横断方向間隔約34cm、主水路側と副水路側との最大比高約7cmとした。砂州1つ分(半波長分)の河床形状のコンター図を図-2に示す。植生模型としては、プラスチック多孔体(製品名:ヘチマロン)を用いて図-3に示すようなU字型植生を作製した。実験条件を表-1に示す。流量は砂州全体が冠水するよう5800cm<sup>3</sup>/sに設定した。これは現地スケールでは約880m<sup>3</sup>/sになり、2年に1度程度の中規模出水に相当する。測定は上流側から4~5m区間(5つ目の砂州)とした。固定床のCase1,2においては、水位と流速測定を行った。移動床のCase3,4においては、平均粒径0.3mmの珪砂6号を用いた。それをモルタルの河床上に約2cm厚で敷き詰め、上流から給砂しながら約1時間通水し動的平衡状態を確認した後、静かに止水し河床高を測定した。

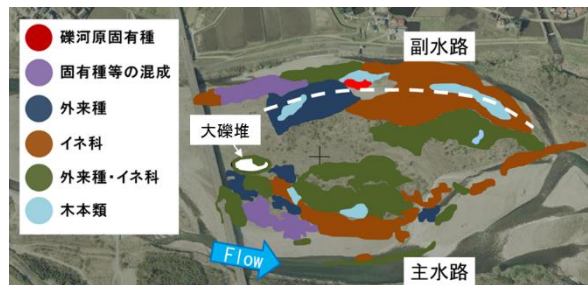


図-1 鬼怒川上平橋付近の植生図(2013年度)

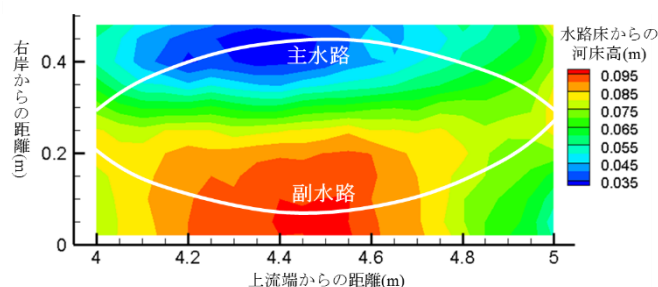


図-2 河床形状のコンター図

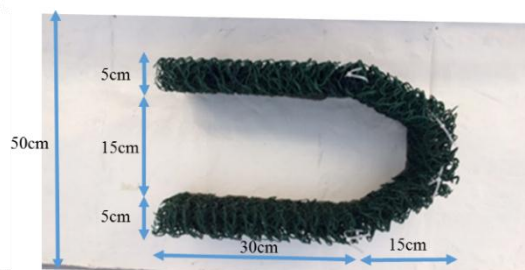


図-3 植生模型

表-1 実験条件

|       | 流砂 | 植生模型 | 平均流量<br>(cm <sup>3</sup> /s) | 平均水路勾配 |
|-------|----|------|------------------------------|--------|
| Case1 | 無  | 無    | 5800                         | 1/1000 |
| Case2 |    | 有    |                              |        |
| Case3 | 有  | 無    |                              |        |
| Case4 |    | 有    |                              |        |

## 3. 実験結果および考察

図-4, 5はCase1,2における流速ベクトル図に相対水位コンター図を重ね合わせたものである。ここで相対水位は水路床を基準とした水位である。植生の無いCase1(図-4)の流速ベクトルをみると、測定区間の上流側の副水路側(左岸側)からの流れが他と比べて遅いこと、同様に測定区間の副水路側(右岸側)が減速して下流側区間に流れていくことがわかる。また図中の白い曲線で示すように、上流側区間の主水路側からの流

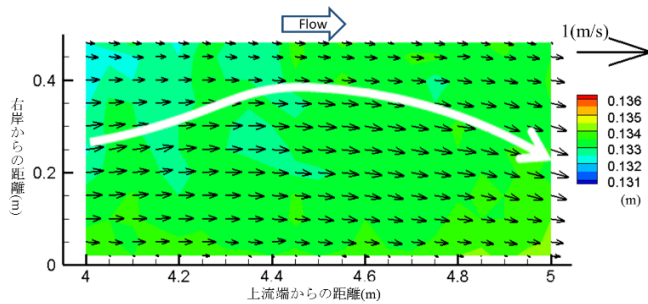


図-4 Case1 における相対水位と流速ベクト

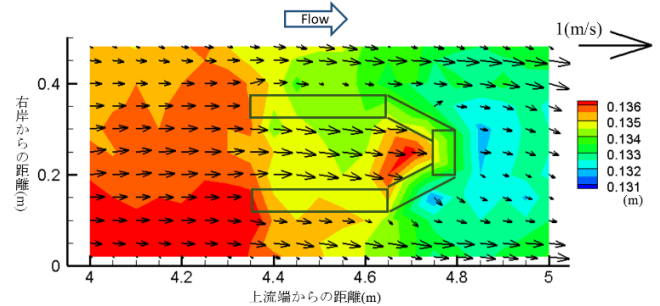


図-5 Case2における相対水位と流速ベクトル

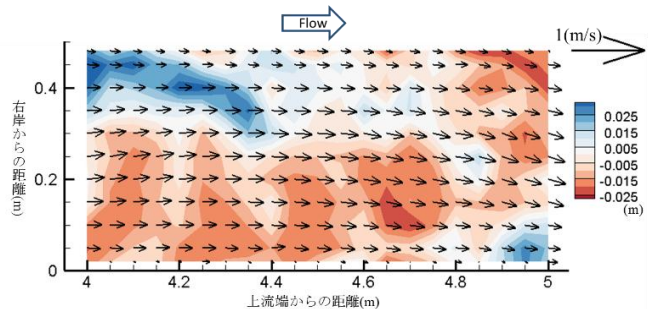


図-6 Case3における堆積・洗掘量と流速ベクトル

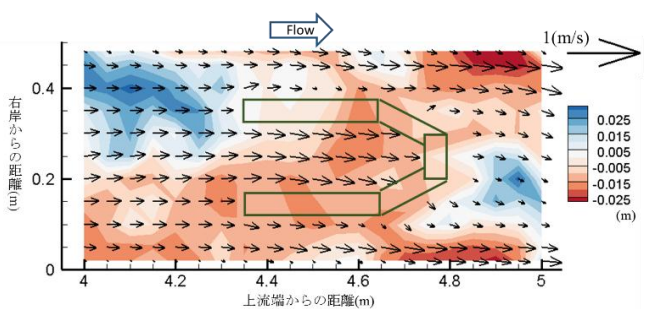


図-7 Case4における堆積・洗掘量と流速ベクトル

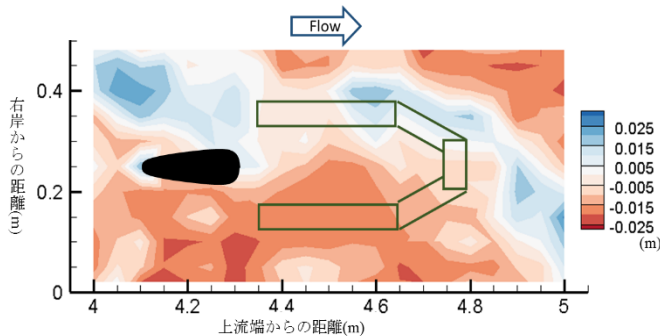


図-8 追加実験における堆積・洗掘量

れが測定区間の主水路側に沿って流れ、それがさらに下流側区間の主水路へ向かうように蛇行している。この蛇行線に沿って、測定区間中央に向かって水深が深くなるために流速がやや減速し、そこから下流に向かって水深が浅くなるために加速しているのがわかる。相対水位については、大きな変動はなく最大で0.23cmであった。それに対しU字型植生を設置したCase2(図-5)では、植生より上流側の相対水位が大きく増加している。これは植生の流水抵抗によるもので、最大水位差は0.57cmと、Case1の2倍以上である。流速ベクトルをみると、植生により左右岸側に撥ねられた流れが加速して、植生下流側に高速領域を形成している。また、植生領域の流水抵抗により、植生のすぐ下流側に極めて低速な領域が見られる。

図-6, 7はCase3, 4における細砂の堆積・洗掘状況をコンター図で示したもので、堆積は正として青色で、洗掘は負として赤色で表している。またそれぞれCase1, 2の流速ベクトル図を重ね合わせている。植生のないCase3(図-6)においては、上流左岸側の低速領域に大きな堆積がみられること、主水路に沿う蛇行線上の減速傾向に対応して若干の堆積領域が現れていることがわかる。それに対し、植生のあるCase4(図-7)

では、流況変化に伴い、植生後方の左右岸の高速領域における洗掘、植生後方中央の低速領域での堆積が確認できる。特に植生後方については、現地調査でも微細砂の堆積が見られており、これを裏付けるものとなっている。またU字型植生の主水路側の腕の外側(左岸側)では、植生がないCase1よりも堆積傾向が弱まり、やや洗掘傾向になっている。これは図-1において、砂州上の上流右岸側の「固有種等の混成」領域に細砂がなく、礫河原固有種が生息しやすい環境であったことに対応している。

その一方で、図-1の「外来種・イネ科」のようにU字型の内側に細砂が堆積するような傾向は見られなかった。そこで、鬼怒川の礫河原再生事業に独特な大礫堆を設置して実験してみたところ、堆積・洗掘コンターは図-8のようになった。Case4と比べて、大礫堆後方の低速領域とU字型植生左岸側との間に土砂堆積領域が現れている。今後は大礫堆の影響も考慮した検討を進めていきたい。

**謝辞：**本研究を実施するにあたり、公益財団法人河川財団の運用する河川基金の助成をいただきました。ここに記して謝意を評します。

#### 参考文献

- 1) 増子ら：鬼怒川中流部における礫河原再生について、リバーフロント研究所報告、第21号、2010。
- 2) 池田ら：鬼怒川における礫河原再生事業後の植生遷移に関する基礎的研究、第43回環境システム研究論文発表会講演集、pp117-122、2015。
- 3) 池田ら：礫河原保全事業後の植生繁茂とその部分伐採が出水時の流況に及ぼす影響に関する実験的研究、環境システム研究論文集、第45巻、pp77-83、2017。